

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-339995

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.CI. H02P 9/00  
 F03D 7/04  
 F03D 9/00  
 F03D 9/02  
 H02J 3/30  
 H02P 9/48  
 // H02K 7/02

(21)Application number : 2000-155344

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND  
 CO LTD

(22)Date of filing : 25.05.2000

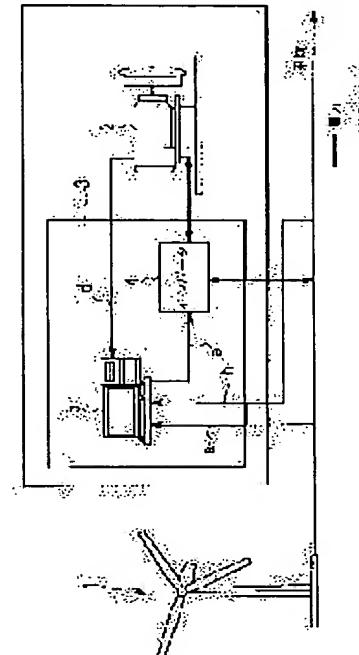
(72)Inventor : INAMURA AKINOB  
 SAITOU TOSHIKATA  
 TAKADA HIDEFUMI

## (54) WIND TURBINE POWER GENERATOR OUTPUT STABILIZING DEVICE AND ITS METHOD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a practical wind turbine power generator output stabilizing device and its method.

SOLUTION: The wind turbine power generator output stabilizing device which stabilizes power fluctuation of generator output (a) of the wind turbine power generating plant by controlling speed of a flywheel device which charges and discharges a part of generator output (a) according to the speed is provided. When the generator output (a) which changes according to a wind turbine rotation is larger, a part of its energy is charged into the flywheel device through an inverter and accumulated in the flywheel as mechanical energy. When the output (a) is smaller in reverse the mechanical energy accumulated in the flywheel is discharged to the output (a) (power system) by converting it to electricity. With this charging and discharging the generator output is stabilized.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.01.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**Best Available Copy**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**Best Available Copy**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-339995

(P2001-339995A)

(43)公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51)Int.Cl'  
H 02 P 9/00  
F 03 D 7/04  
9/00  
9/02  
H 02 J 3/30

識別記号

F I  
H 02 P 9/00  
F 03 D 7/04  
9/00  
9/02  
H 02 J 3/30

コード(参考)  
F 3 H 0 7 8  
Z 5 G 0 6 6  
B 5 H 5 9 0  
Z 5 H 6 0 7

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全6頁) 最終頁に統く

(21)出願番号 特願2000-155344(P2000-155344)

(71)出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(22)出願日 平成12年5月25日 (2000.5.25)

(72)発明者 稲村 彰信  
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

(72)発明者 斎藤 利貴  
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

(74)代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武 (外1名)

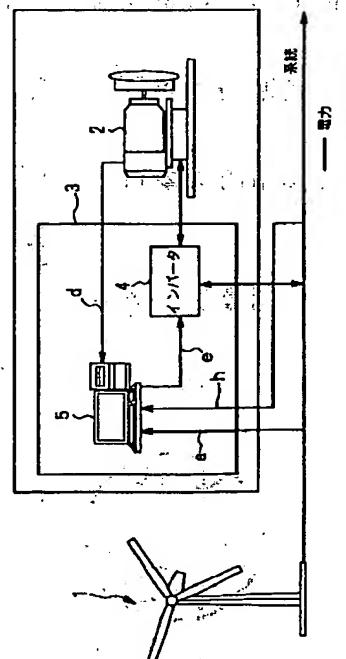
最終頁に統く

(54)【発明の名称】 風力発電出力安定化装置及び方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 実用的な風力発電出力安定化装置及び方法を提供する。

【解決手段】 風力発電設備の発電出力aの電力変動を、回転に応じて発電出力aの一部を充放電するフライホイール装置の回転を制御することにより安定化させる安定化制御装置を備える。風力回転に応じて変化する発電出力aが大きい場合にはその一部をインバータを介して、フライホイール装置に充電してフライホイールに機械的エネルギーとして蓄積し、出力aが小さい場合には逆にフライホイールに貯えていた機械的エネルギーとをインバータによって電気に変換して出力a(電力系統)に放電する。この充放電により発電出力は安定化される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 風力発電設備(1)の発電出力aの電力変動を、回転に応じて発電出力aの一部を充放電するフライホイール装置(2)の回転を制御することにより安定化させる安定化制御装置(3)を備え、該安定化制御装置(3)は、発電出力aの移動平均値あるいは重み付平均値を制御目標値bとしてフライホイール装置(2)の回転を駆動するインバータ(4)を制御することにより、発電出力aの一部をフライホイール装置(2)に充放電させて発電出力aを安定化させることを特徴とする風力発電出力安定化装置。

【請求項2】 安定化制御装置(3)は、発電出力aを平均化処理して得られた制御目標値bと発電出力aとの差異に基づいて制御誤差量cを算出し、当該制御誤差量cとフライホイール装置(2)の回転速度dとに基づいて算出されたトルク量eを操作量としてフライホイール装置(2)の回転を駆動するインバータ(4)を制御することを特徴とする請求項1記載の風力発電出力安定化装置。

【請求項3】 安定化制御装置(3)は、予め設定された目標回転数fと回転速度dから得られる平均回転数gとの差異に基づいて、フライホイール装置(2)の回転異常を是正するように制御目標値bを補正することを特徴とする請求項2記載の風力発電出力安定化装置。

【請求項4】 フライホイール装置(2)による発電出力aの補正後電力hと制御目標値bとの差異に基づいて、補正後電力hの異常を是正するように制御誤差量cを補正することを特徴とする請求項2または3記載の風力発電出力安定化装置。

【請求項5】 風力発電設備(1)の発電出力aの電力変動を、回転に応じて発電出力aの一部を充放電するフライホイール装置(2)の回転を制御することにより安定化させることを特徴とする風力発電出力安定化方法。

【請求項6】 発電出力aの移動平均値あるいは重み付平均値を制御目標値bとしてフライホイール装置(2)の回転を駆動するインバータ(4)を制御することにより、発電出力aの一部をフライホイール装置(2)に充放電させて発電出力aを安定化させることを特徴とする請求項5記載の風力発電出力安定化方法。

【請求項7】 発電出力aを平均化処理して得られた制御目標値bと発電出力aとの差異に基づいて制御誤差量cを算出し、当該制御誤差量cとフライホイール装置(2)の回転速度dとに基づいて算出されたトルク量eを操作量としてフライホイール装置(2)の回転を駆動するインバータ(4)を制御することを特徴とする請求項5記載の風力発電出力安定化方法。

【請求項8】 予め設定された目標回転数fと回転速度dから得られる平均回転数gとの差異に基づいてフライホイール装置(2)の回転異常を是正するように制御目標値bを補正することを特徴とする請求項7記載の風力

10 発電出力安定化方法。

【請求項9】 フライホイール装置(2)による発電出力aの補正後電力hと制御目標値bとの差異に基づいて補正後電力hの異常を是正するように制御誤差量cを補正することを特徴とする請求項7または8記載の風力発電出力安定化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、風力発電の出力電力を安定化させる風力発電出力安定化装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 風力発電によって得られた電力は、風力を動力源として発電する性格上、火力発電や原子力発電に比較して変動しやすい。したがって、適当な電力安定化手段が必要とされるが、現状では実用に耐える電力安定化手段が存在しない。特に、電力系統が弱い離島や山間部において、上記のような電力変動は、風力発電の導入における重要な問題点である。

【0003】 本発明は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、実用的な風力発電出力安定化装置及び方法の提供を目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明では、風力発電出力安定化装置に係わる第1の手段として、風力発電設備の発電出力aの電力変動を、回転に応じて発電出力aの一部を充放電するフライホイール装置の回転を制御することにより安定化させる。安定化制御装置を備え、該安定化制御装置は、発電出力aの移動平均値あるいは重み付平均値を制御目標値bとしてフライホイール装置の回転を駆動するインバータを制御することにより、発電出力aの一部をフライホイール装置に充放電させて発電出力aを安定化させるという手段を採用する。

【0005】 また、風力発電出力安定化装置に係わる第2の手段として、上記第1の手段において、安定化制御装置は、発電出力aを平均化処理して得られた制御目標値bと発電出力aとの差異に基づいて制御誤差量cを算出し、当該制御誤差量cとフライホイールの回転速度dとに基づいて算出されたトルク量eを操作量としてフライホイール装置の回転を駆動するインバータを制御するという手段を採用する。

【0006】 風力発電出力安定化装置に係わる第3の手段として、上記第2の手段において、安定化制御装置は、予め設定された目標回転数fと回転速度dから得られる平均回転数gとの差異に基づいて、フライホイール装置の回転異常を是正するように制御目標値bを補正するという手段を採用する。

【0007】 風力発電出力安定化装置に係わる第4の手

段として、上記第2または第3の手段において、フライホイール装置による発電出力aの補正後電力hと制御目標値bとの差異に基づいて、補正後電力hの異常を是正するように制御誤差量cを補正するという手段を採用する。

【0008】一方、本発明では、風力発電出力安定化方法に係わる第1の手段として、風力発電設備の発電出力aの電力変動を、回転に応じて発電出力aの一部を充放電するフライホイール装置の回転を制御することにより安定化させるという手段を採用する。

【0009】また、風力発電出力安定化方法に係わる第2の手段として、上記第1の手段において、発電出力aの移動平均値あるいは重み付平均値を制御目標値bとしてフライホイール装置の回転を駆動するインバータを制御することにより、発電出力aの一部をフライホイール装置に充放電させて発電出力aを安定化させるという手段を採用する。

【0010】風力発電出力安定化方法に係わる第3の手段として、上記第1の手段において、発電出力aを平均化処理して得られた制御目標値bと発電出力aとの差異に基づいて制御誤差量cを算出し、当該制御誤差量cとフライホイール装置の回転速度dに基づいて算出されたトルク量eを操作量としてフライホイール装置の回転を駆動するインバータを制御するという手段を採用する。

【0011】風力発電出力安定化方法に係わる第4の手段として、上記第3の手段において、予め設定された目標回転数fと回転速度dから得られる平均回転数gとの差異に基づいてフライホイール装置の回転異常を是正するように制御目標値bを補正するという手段を採用する。

【0012】風力発電出力安定化方法に係わる第5の手段として、上記第3または第4の手段において、フライホイール装置による発電出力aの補正後電力hと制御目標値bとの差異に基づいて補正後電力hの異常を是正するように制御誤差量cを補正するという手段を採用する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明に係わる風力発電出力安定化装置及び方法の一実施形態について説明する。

【0014】図1は、本実施形態に係わる風力発電出力安定化装置の概要構成を示すシステム系統図である。この図において、符号1は風力発電設備、2はフライホイール装置、3は安定化制御装置、4はインバータ、5は安定制御用コンピュータ(安定化制御装置)である。風力発電設備1は、周知のように風を動力源としてプロペラを回転させて発電する設備であり、発電出力aを系統(電力系統)を介して負荷に供給するものである。フライホイール装置2は、例えば誘導機の軸に所定質量のイ

ナーシャを装着したものであり、上記軸の回転に応じて発電出力aの一部を充放電するものである。このフライホイール装置2の回転速度dは、安定制御用コンピュータ5に出力されるようになっている。

【0015】安定化制御装置3は、図示するようにインバータ4と安定制御用コンピュータ5とから構成されるものであり、発電出力a、自らの作用によって安定化された補正後電力h及び上記回転速度dに基づいて発電出力aのフライホイール装置2への充放電を制御するものである。インバータ4は、上記電力系統とフライホイール2との間に設けられ、安定制御用コンピュータ5による制御に基づいてフライホイール2を回転駆動することにより、発電出力aのフライホイール装置2への充放電量を直接的に制御するものである。安定制御用コンピュータ5は、上記発電出力a、回転速度d及び補正後電力hに基づいてトルク量eを算出し、フライホイール2を回転駆動に係わる操作量としてインバータ4に出力するものである。

【0016】図2は、上記安定制御用コンピュータ5の機能構成を示すブロック図である。この図に示すように、安定制御用コンピュータ5は、目標値演算部5a、減算器5b、5f、5i、減算器5c、トルク変換部5d、平均回転数演算部5e、電力変換部5g、制御器5h及び補正值演算部5jから構成されている。なお、これら各構成要素のうち、減算器5cと平均回転数演算部5eと減算器5fと電力変換部5gと制御器5hとは、回転異常是正手段5Aを構成するものである。また、減算器5iと補正值演算部5jとは、電力異常是正手段5Bを構成するものである。

【0017】目標値演算部5aは、上記発電出力aの重み付平均値AJ<sub>n</sub>を下式(1)に基づいて算出し、制御目標値bとして減算器5cに出力するものである。

$$AJ_n = S_n / B_n \quad (1)$$

ただし、 $S_n = S_{n-1} \cdot J + P_n$ 、 $B_n = B_{n-1} \cdot J + 1$ であり、Jは0~1の範囲の任意の値を取る重付係数、nは発電出力aのサンプリング順序を示す整数である。なお、初期条件として、 $S_1 = P_1$ 、かつ、 $B_1 = 1$ とする。

【0018】減算器5bは、上記制御目標値bから回転補正值iを減算し、補正目標値jとして減算器5c及び減算器5iに出力するものである。減算器5cは、発電出力aから補正目標値j及び電力補正值kを減算し、制御誤差量cとしてトルク変換部5dに出力するものである。トルク変換部5dは、制御誤差量cと回転速度dとを用いてトルク量eを算出し、該トルク量eを操作量としてインバータ4に出力するものである。なお、このトルク変換部5dは、比例制御器としての機能をも備え、上記トルク量eに所定係数を乗算した後に操作量としてインバータ4に出力するように構成されている。

【0019】平均回転数演算部5eは、回転速度dに基

づいてフライホイール装置2の平均回転数gを算出して減算器5fに出力するものである。減算器5fは、本安定制御用コンピュータ5に予め記憶された目標回転数fから平均回転数gを減算し回転偏差mとして電力変換部5gに出力するものである。電力変換部5gは、回転偏差mをフライホイール装置2の充放電電力に換算し、回転電力偏差oとして制御器5hに出力するものである。制御器5hは、所定比例係数及び積分係数を備えた比例積分制御器であり、回転電力偏差oに比例係数及び積分係数に基づく比例積分処理を施した後、フライホイール装置2の回転異常を是正する回転補正値iとして上記減算器5bに出力するものである。

【0020】減算器5iは、上記補正目標値jからフライホイール装置2による発電出力aの補正後電力hを減算し、補正電力偏差pとして補正値演算部5jに出力するものである。また、補正値演算部5jは、上記補正電力偏差pに基づいて補正後電力hの異常を是正する電力補正値kを算出して減算器5cに出力するものである。

【0021】このような安定制御用コンピュータ5の機能構成において、インバータ4を制御するまでの主機能構成は、目標値演算部5aと減算器5cとトルク変換部5dである。すなわち、回転異常は正手段5A及び電力異常は正手段5Bは、追加機能的構成要素である。

【0022】次に、このように構成された風力発電出力安定化装置の動作について補足説明する。

【0023】上述したように目標値演算部5aによって発電出力aの重み付平均値AJとして算出された制御目標値bは減算器5cによって発電出力aから減算され、トルク変換部5dは、当該減算によって得られた制御誤差量cとフライホイール装置2の実際の回転速度dとからトルク量eを算出してフライホイール装置2の回転駆動するインバータ4を制御する。すなわち、本実施形態の安定制御用コンピュータ5は、上述したように比較的簡単な演算で算出可能な発電出力aの重み付平均値AJを制御目標値bとすることによって、発電出力aの電力変動に対して追従性良くインバータ4つまりフライホイール装置2の回転を制御することができる。

【0024】図3は、本風力発電出力安定化装置による発電出力aの安定化性能を示している。この特性図から解るように、風車出力つまり発電出力aの変動に対して制御後出力つまり補正後電力hは、電力変動が大幅(約16%以内)に改善されている。

【0025】このようなフライホイール装置2の回転の\*

$$AM_n = (P_{n-n} + P_{n+1-n} + \dots + P_n) / M \quad (2)$$

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係わる風力発電出力安定化装置及び方法によれば、以下のような効果を奏する。

【0030】(1)請求項1または5記載の発明によれば、フライホイール装置の回転を制御することにより風

\* 主制御に対して、回転異常は正手段5Aは、フライホイール装置2の回転を所定の正常範囲内に維持させるよう作用する。すなわち、フライホイール装置2の実際の回転速度dに基づいて平均回転数演算部5eによって演算されたフライホイール装置2の平均回転数gを減算器5fによって目標回転数fから減算し、該減算によって得られた回転偏差mに基づいて電力変換部5g及び制御器5hによって算出された回転補正値iを減算器5bを用いて制御目標値bから減算することにより、補正目標値jは、発電出力a及びフライホイール装置2の回転速度dの何れをも加味したものとなる。この結果、フライホイール装置2の回転は、制御目標値bに基づいて発電出力aの電力変動を抑制するように制御されると共に、目標回転数fを維持するように制御される。

【0026】さらに、電力異常は正手段5Bは、以下のように動作する。すなわち、補正電力偏差pは、補正目標値jと本風力発電出力安定化装置によって電力変動が補正された後の補正後電力hとの差異を常時モニタして補正値演算部5jに出力するが、補正値演算部5jは、この差異が一定値を越えた場合つまり補正後電力hが何らかの原因で異常電力となった場合に、当該補正後電力hの異常を是正する電力補正値kを算出して減算器5cに出力する。この結果、減算器5cにおいて補正目標値jに加えて電力補正値kがさらに発電出力aから減算されるので、補正後電力hは正常電力に修正される。

【0027】このように、本実施形態によれば、発電出力aの電力変動を大幅に安定化させることができるばかりか、フライホイール装置2の異常回転を常時監視して正常回転に是正することができると共に、補正後電力hの電力異常に対して速やかに正常電力に是正することができる。

【0028】なお、上記実施形態では、制御器5hを比例積分制御器として構成したが、比例制御器とすることも可能である。また、上記実施形態では、制御目標値bとして発電出力aの重み付平均値AJを用いたが、当該重み付平均値AJに代えて、下式(2)によって得られる移動平均AMnを適用することも可能である。このような移動平均AMnも比較的簡単な演算によって算出することができるので、重み付平均値AJと同様に発電出力aの電力変動を追従性良く安定化させることができる。ただし、以下のMはnより小さな任意の整数である。

力発電設備の発電出力aの電力変動を実用上問題のないレベルに安定化することが可能である。

【0031】(2)請求項1または6記載の発明によれば、発電出力aの移動平均値あるいは重み付平均値を制御目標値bとしてフライホイール装置の回転を駆動するインバータを制御するので、制御目標値bを比較的短時

間で算出することが可能であり、よって発電出力aの電力変動を応答性良く安定化することが可能である。

【0032】(3) 請求項2または7記載の発明によれば、発電出力aを平均化処理して得られた制御目標値bと発電出力aとの差異に基づいて制御誤差量cを算出し、当該制御誤差量cとフライホイール装置の回転速度dとに基づいて算出されたトルク量eを操作量としてフライホイール装置の回転を駆動するインバータを制御するので、制御誤差量cと回転速度dとに基づいて発電出力aが制御目標値bを維持するようにフライホイール装置の回転トルクを制御することができる。

【0033】(4) 請求項3または8記載の発明によれば、予め設定された目標回転数fと回転速度dから得られる平均回転数gとの差異に基づいてフライホイール装置の回転異常を是正するように制御目標値bを補正するので、フライホイール装置の回転は常に正常に維持される。

【0034】(5) 請求項4または9記載の発明によれば、フライホイール装置による発電出力aの補正後電力hと制御目標値bとの差異に基づいて補正後電力hの異常を是正するように制御誤差量cを補正するので、補正後電力hが常に正常値に維持される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態の概要構成を示すシステム系図である。

【図2】 本発明の一実施形態における安定化制御装置5の機能構成を示すブロック図である。

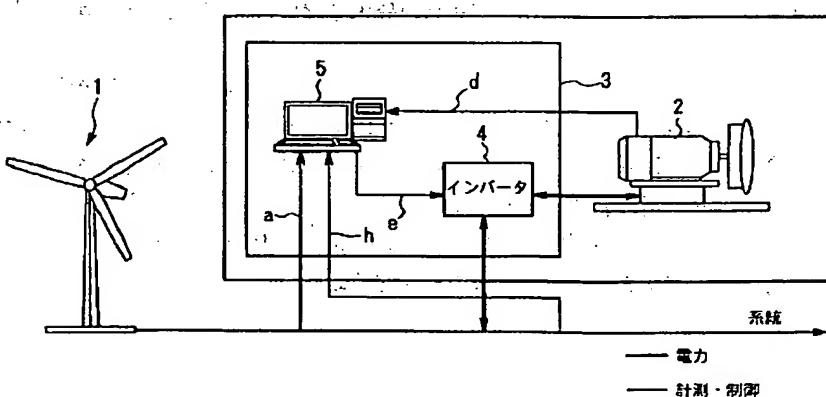
【図3】 本発明の一実施形態の効果を示す特性図である。

【符号の説明】

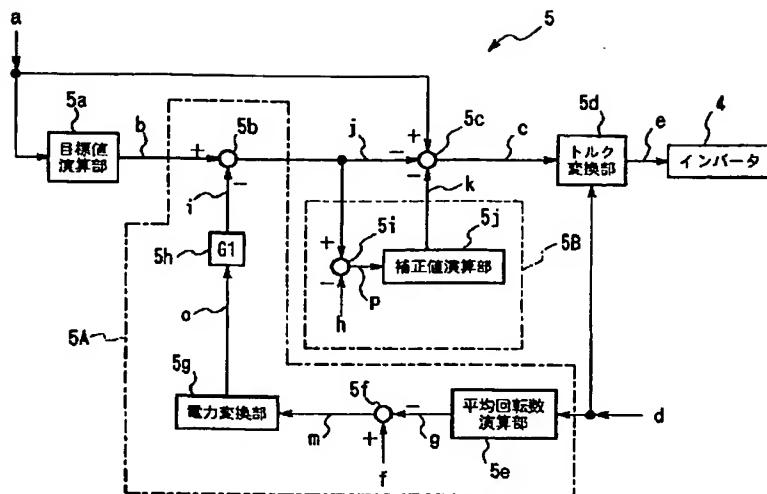
- \* 1 ……風力発電設備
- 2 ……フライホイール装置
- 3 ……安定化制御装置
- 4 ……インバータ
- 5 ……安定化制御用コンピュータ（安定化制御装置）
- 5 a ……目標値演算部
- 5 b ……減算器
- 5 c ……減算器
- 5 d ……トルク変換部
- 5 e ……平均回転数演算部
- 5 f ……減算器
- 5 g ……電力変換部
- 5 h ……制御器
- 5 i ……減算器
- 5 j ……補正值演算部
- a ……発電出力
- b ……制御目標値
- c ……制御誤差量
- d ……回転速度
- e ……トルク量
- f ……目標回転数
- g ……平均回転数
- h ……補正後電力
- i ……回転補正值
- j ……補正目標値
- k ……電力補正值
- m ……回転偏差
- o ……回転電力偏差
- p ……補正電力偏差

\*30

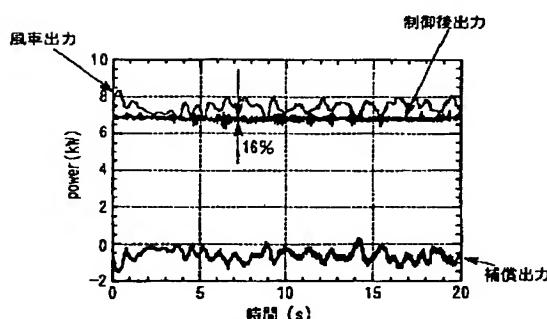
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.CI.<sup>7</sup>  
H 0 2 P 9/48  
// H 0 2 K 7/02

識別記号

F I  
H 0 2 P 9/48  
H 0 2 K 7/02

テーマコード (参考)  
Z

(72)発明者 高田 秀文  
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

F ターム (参考) 3H078 AA02 AA26 BB00 CC02 CC31  
CC57 CC73  
5G066 JA05 JB02  
5H590 AA11 CA14 CC08 CD03 CE01  
EA10 JA02  
5H607 AA12 BB02 CC01 CC03 DD19  
EE42